UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA



APUNTES DE MATERIALES PELIGROSOS

Luis Antonio García Villanueva

Gustavo Adolfo Montijo Muñoz

Dan Salazar Trujillo

Omar César Sánchez Domínguez

DIVISIÓN DE INGENIERÍAS CIVIL Y GEOMÁTICA




UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA

APUNTES DE MATERIALES PELIGROSOS

Luis Antonio García Villanueva
Gustavo Adolfo Montijo Muñoz
Dan Salazar Trujillo
Omar César Sánchez Domínguez

APUNTES DE MATERIALES PELIGROSOS
García Villanueva, Luis Antonio et al.
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ingeniería
2020, 62 págs.

APUNTES DE MATERIALES PELIGROSOS

Primera edición electrónica de un ejemplar (7 MB) en formato PDF
Publicado en línea: 8 de enero de 2020

ISBN: 978-607-30-3940-6

Avenida Universidad 3000, Col. Universidad Nacional Autónoma
de México, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán,
C.P. 04510, México, CDMX.

FACULTAD DE INGENIERÍA
http://www.ingenieria.unam.mx/

Hecho en México.



UNIDAD DE APOYO EDITORIAL
Cuidado de la edición: Amelia Guadalupe Fiel Rivera
Formación editorial : Nismet Díaz Ferro

Foto de portada: Freepik.es

Contenido

Introducción

Las actividades que se requieren para controlar una emergencia con materiales peligrosos se basan en la identificación de los materiales o sustancias peligrosas involucradas. La facilidad y rapidez para hacerlo varía considerablemente a diferencia de que no se tenga ningún sistema de identificación.

En algunos casos, las placas, etiquetas, papeles de embarque o envío y el conocimiento acerca de las sustancias almacenadas en la instalación pueden hacer relativamente fácil el proceso de identificación. En otros casos, puede tomar una cantidad considerable de tiempo determinar la identidad de un material en un accidente o los productos de combustión presentan problemas especiales al determinar los peligros que puedan encontrarse.

Cuando no se conoce cuáles son los materiales involucrados, se debe suponer que existe una situación grave y se deben tomar las medidas de seguridad y precauciones máximas para prevenir cualquier efecto indeseable en el personal de emergencia o en cualquier otra persona en el área.

Una vez que se ha identificado el material, se pueden determinar los peligros asociados con él y se puede hacer una evaluación de su impacto potencial. Se pueden establecer las medidas de control más apropiadas para ese tipo de material y sus peligros, así como medidas de seguridad tanto para el personal que atiende la emergencia como para el resto de la gente, respecto a los peligros que se corren.

Los materiales peligrosos son transportados y almacenados frecuentemente en grandes cantidades. Un escape accidental de estos materiales presenta un peligro potencial para el público y el medio ambiente. El accidente puede ser manejado más rápidamente cuando el material peligroso es identificado y caracterizado específicamente. Desafortunadamente, el contenido de los tanques o camiones de almacenaje puede que no esté especificado o adecuadamente identificado. Incluso con tal información, se necesita una persona con experiencia para definir los peligros y su gravedad.

Debido a la necesidad inmediata de información concerniente a un material peligroso, se han desarrollado varios sistemas de identificación de estos materiales. Dichos sistemas ayudan a que los que participan en el accidente enfrenten con rapidez y seguridad un problema que puede originar peligros a la salud o al medio ambiente.

1 | Antecedentes

Regreso a contenido

Se denomina *material peligroso* a cualquier sustancia que contenga propiedades que presenten riesgos para la salud, destruya vida o edificaciones y provoque reacciones físicas, como irritación de ojos o náuseas.

Un material peligroso puede ser principalmente:

» *Corrosivo:* lo suficiente para corroer tambores de hierro o piel humana.
» Inflamable: que presente algún tipo de peligro de incendio a temperaturas bajas.
» *Reactivo:* que tenga la posibilidad de explotar o emitir gases al mezclarse con agua, por reacciones al calor o presión.
» *Radiactivo:* de alta o baja intensidad que dure miles de años.
» *Tóxico:* venenoso, que presente daños a la salud en caso de su exposición.
» *Infeccioso:* también denominado "tóxico", pero infectado por algún tipo de germen, bacteria o virus causante de enfermedades en humanos y animales.

1.1. ACCIDENTES RELACIONADOS CON MATERIALES PELIGROSOS

Las fábricas industrias o plantas almacenan o procesan químicos y materiales peligrosos que llegan a ser dañinos para el medio ambiente, la salud y la población. La falta de medidas preventivas, protección civil, negligencia y corrupción han dado lugar a diversos desastres.

A continuación, se presentan ejemplos de los accidentes con materiales peligrosos más relevantes en la historia.

Oppau, Alemania, septiembre de 1921. Una planta productora de sulfato de amonio cambió su producción a nitrato de amonio; al mezclarse estos dos químicos, se produjo una sustancia sólida parecida al yeso. Para retirar el material, se utilizaron cantidades de dinamita en un silo de 4 500 toneladas de nitrato de amonio y sulfato de amonio, lo que causó una explosión, que formó un cráter de 125 metros de largo y 19 metros de profundidad, y en la cual perdieron la vida 500 personas y hubo más de 2 000 heridos.

Seveso, Italia, julio de 1976. Una explosión en una planta industrial generó una nube de dioxina tóxica que se esparció por toda la ciudad y afectó a unas 37 000 personas con enfermedades de la piel, malformaciones en los fetos y secuelas producidas en los años posteriores. Se calcula que más de 2 000 personas murieron en los meses y años posteriores, así como el sacrificio de más de 80 000 animales. Por esta razón, se formó la Directiva SEVESO de la Comunidad Europea para mejorar la seguridad en los sitios que manejen cantidades grandes de materiales peligrosos.

Bhopal, India, diciembre de 1984. En una planta de pesticidas se presentó una fuga de gas de isocianato de metilo causado por el ingreso de agua a un tanque que contenía 42 toneladas del químico, lo cual provocó una reacción exotérmica que elevó la presión y temperatura del tanque. Esto forzó la apertura de una válvula que liberó 30 toneladas de isocianato de metilo a la atmósfera. Dicha sustancia se dispersó en la ciudad y causó la muerte de más 2 000 personas y, tiempo después, cerca de 8 000 fallecieron por enfermedades derivadas del gas.

1.2. CONVENIOS INTERNACIONALES PARA MATERIALES PELIGROSOS

En los Estados Unidos (EE. UU.) existen organizaciones diversas y leyes que tienen como propósito regular el manejo de materiales peligrosos y, de esta forma, prevenir tragedias, lesiones y enfermedades. A continuación, se mencionan las organizaciones más importantes:

- **Sociedad Americana de Profesionales de Seguridad (ASSP).** Fundada en 1911 con una población de más de 30 000 miembros profesionales por todo el mundo en campos de seguridad, salud laboral y ambiental, la ASSP provee publicaciones técnicas, cursos de entrenamiento, seminarios, prácticas de transporte y del medioambiente.
- **Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. (EPA, por sus siglas en inglés).** La EPA colabora con empresas, autoridades locales y autoridades del estado para asegurar el tratamiento y desecho apropiados de los materiales peligrosos, así como supervisar la limpieza de lugares contaminados por desechos peligrosos.
- **Comités Locales de Planificación de Emergencias (LEPC, por sus siglas en inglés).** Los LEPC desarrollan planes de emergencias para la comunidad que permitan responder a los peligros y emisiones de sustancias químicas locales.

Asimismo, en cuanto a las leyes que regulan sobre la materia, enseguida se describen las más relevantes:

» **Acta Patriótica de EE. UU. de 2001.** Establece que un estado no puede dar una licencia de materiales peligrosos a ningún individuo, a menos que el secretario de Transporte de EE. UU. determine que el individuo no representa riesgo. El ministro de Justicia debe realizar una comprobación de antecedentes internacional.
» **Ley de Superfund de 1980 (CERCLA, por sus siglas en inglés).** Supervisa la descontaminación de miles de áreas contaminadas en los EE. UU.
» **Acta de Conservación y Recuperación de Recursos de 1976 (RCR, por sus siglas en inglés).** La ley identifica los desechos peligrosos, da pautas sobre cómo utilizarlos y tratarlos, y describe un método para seguir los desechos peligrosos desde su origen hasta su desecho.
» **Acta de Control de Sustancias Tóxicas de 1976.** Permite a la EPA controlar la producción y el uso de las diferentes sustancias químicas, las cuales pueden ocasionar efectos adversos en la salud y el medioambiente.
» **Acta de Transporte de Materiales Peligrosos de 1975.** Establece la regulación y el cumplimiento de la ley contra riesgos a la vida y a la propiedad, los cuales son inherentes en el transporte de materiales peligrosos en el comercio.

1.3. MAPAS DE PELIGRO

Las zonas industriales deben localizarse en zonas aisladas por el riesgo de las sustancias que manejan. Para localizar una nueva instalación, es necesario lo siguiente:

» Exista compatibilidad con las expectativas del mercado para sus productos.
» Ubicación y vías de comunicación adecuadas para el transporte de materias primas y productos.
» Condiciones topográficas, meteorológicas y climatológicas adecuadas.
» Facilidad de servicios de emergencias médicos, industriales y ecológicos.

La distribución de parques industriales (figura 1.1) debe ser uniforme. En México se carece de esta característica, pues una gran parte de la industria de manufactura se encuentra ubicada en la parte central y en el norte, mientras que la petrolera se encuentra localizada en la zona sur y sureste.

Regreso a contenido

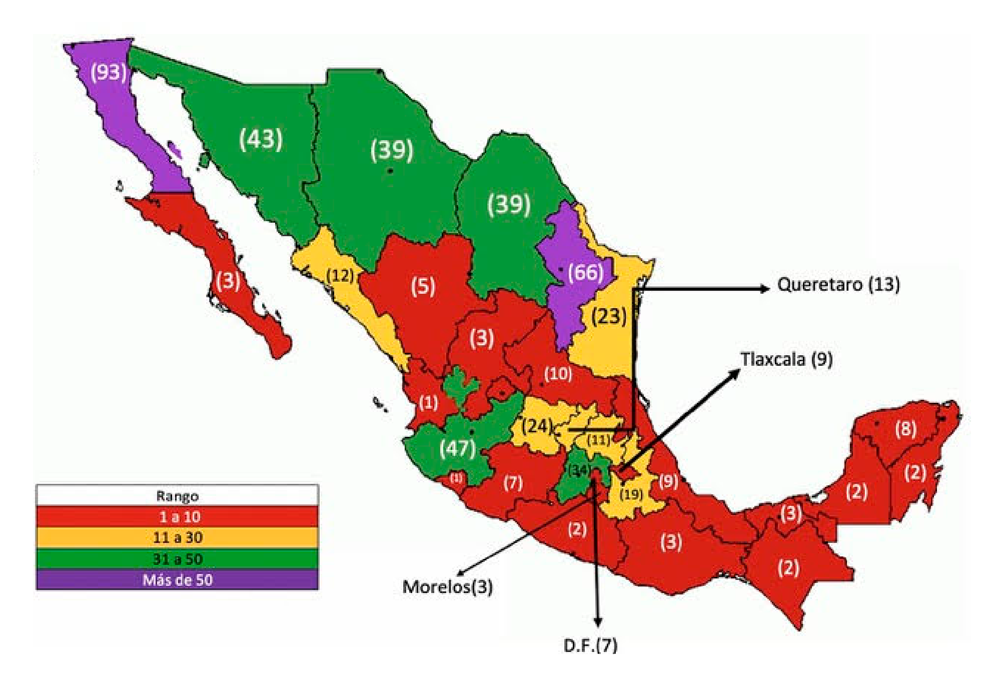


Figura 1.1 Distribución espacial de parques industriales en los estados de la república
Fuente: Foro Consultivo, 2018

La localización de estas zonas riesgosas permite la planeación de medidas preventivas y atención de emergencias. Por esta razón, es necesaria la construcción de un mapa de peligro que represente la concentración de parques industriales o empresas que utilicen materiales peligrosos y riesgosos a la población o al ambiente.

1.4. PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES

Los artículos 146 y 149 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) regulan, mediante el Estudio de Riesgo Ambiental (ERA) y el Programa para la Prevención de Accidentes (PPA), las actividades altamente riesgosas aprobadas por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

El PPA es un documento a través del cual una persona física o moral que realiza actividades consideradas como altamente riesgosas describe las medidas y acciones de prevención contra los riesgos analizados en el Estudio de Riesgo Ambiental. Existen Comités Locales de Ayuda Mutua formados por empresas y autoridades que suman recursos y esfuerzos para elevar los niveles de

prevención, control, preparación y respuesta a emergencias químicas que pudieran provocar accidentes con efectos nocivos para la población y el ambiente.

Este trámite se realizará cuando se maneje alguna de las sustancias —contenidas ya sea en el Primer Listado de Actividades Altamente Riesgosas, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28 de marzo de 1990, o en el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas del 7 de mayo de 1992— en cantidades iguales o mayores a las que se encuentren definidas en los listados. Cuando una sustancia esté incluida en ambos listados, se utilizará la cantidad menor.

Los requisitos del trámite se presentan en el Espacio de Contacto Ciudadano (ECC) y son los siguientes:

1. Carta de presentación del Programa para la Prevención de Accidentes en papel membretado de la empresa, de acuerdo con el formato establecido y/u oficio de la delegación de SEMARNAT en el estado, para su remisión a la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas (DGGIMAR) cuando proceda.
2. El PPA en original y copia (para su sello), de acuerdo con las "Guías para la elaboración del programa para la prevención de accidentes". Informe técnico del estudio de riesgo con base en el formato establecido.
3. El PPA y los anexos presentados deberán presentarse en formato digital, grabados en CD.
4. Copia del instrumento jurídico mediante el cual se constituyó la empresa (acta constitutiva, escritura pública, Registro Federal de Contribuyentes (RFC) de la empresa.
5. Presentación de la carta poder del gestor o promovente en hoja membretada de la empresa o copia del poder notarial del representante legal, si es este quien físicamente realiza el trámite.
6. Original del pago de derechos (vigente) correspondiente, en el formato para el pago de derechos en ventanilla en línea.

Regreso a contenido

2 | Manejo integral de los materiales peligrosos

Regreso a contenido

La gestión y manejo de residuos ha tomado relevancia cada vez mayor en el mundo en años recientes, en virtud de que la producción de residuos es genérica de los procesos industriales, de la provisión de servicios, así como de la sociedad que los consume, lo cual ha ocasionado una carga de desechos sólidos sobre el planeta.

Ante la amenaza que representa la generación y disposición inadecuada de un volumen cada vez mayor de residuos, se deben revisar las políticas y la legislación en la materia para afinar los instrumentos de gestión y manejo de residuos.

2.1. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE MATERIALES PELIGROSOS

Con el propósito de elaborar una definición de material peligroso, es necesario distinguir primero los significados de los conceptos "peligro y "riesgo".

Peligro es una condición, situación, fuente o característica que ocasione daños, lesiones, enfermedad o algún deterioro a la salud. *Riesgo* es la probabilidad de que ocurra un suceso peligroso sin la posibilidad de controlarlo.

Definición. Un *material peligroso* es cualquier sustancia en estado sólido, líquido o gaseoso que, por sus características físicas, químicas o biológicas, llega a ocasionar daños a los seres humanos, al medio ambiente y a los bienes.

Clasificación. Existen señales y marcas que deben colocarse en los contenedores que transportan materiales peligrosos. Las placas y etiquetas indican la naturaleza del peligro que presenta la carga.

La clasificación de los materiales peligrosos está organizada en nueve clases, cuya simbología se describe a continuación.

Clase 1. Explosivos. Sobre placas en forma de rombo, los explosivos están representados con el símbolo de una bomba explotando con un fondo anaranjado y texto negro (figura 2.1). Se dividen en números según el tipo de material:

» Materiales que presentan un riesgo de explosión de toda la masa (se extiende de manera prácticamente instantánea a la totalidad de la carga).
» Materiales que presentan un riesgo de proyección, pero no un riesgo de explosión de toda la masa.
» Materiales que presentan riesgo de incendio y que se produzcan pequeños efectos de onda o choque o proyección, o ambos efectos, pero no de explosión de toda la masa.
» Materiales que no presentan ningún riesgo considerable.
» Materiales muy insensibles que presentan un riesgo de explosión de toda la masa.

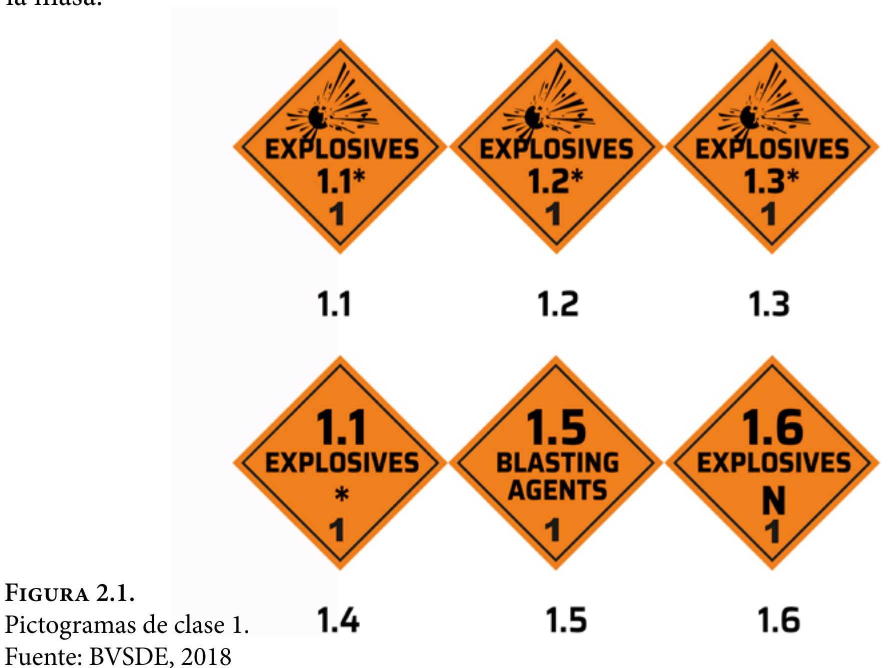


Figura 2.1.
Pictogramas de clase 1.
Fuente: BVSDE, 2018

Clase 2. Gases inflamables, no inflamables y venenosos. Son rombos con fondo rojo, verde y blanco, y texto en negro y blanco (figura 2.2). Se dividen en números según el tipo de material:

» *Gas inflamable.* Símbolo: flama en blanco; fondo rojo y texto en blanco.
» *Gas no inflamable.* Símbolo: cilindro de gas o bombona en negro; fondo verde y texto en negro.
» *Gas venenoso (tóxico).* Símbolo: calavera y tibias cruzadas delineadas en negro; fondo blanco y texto en negro.

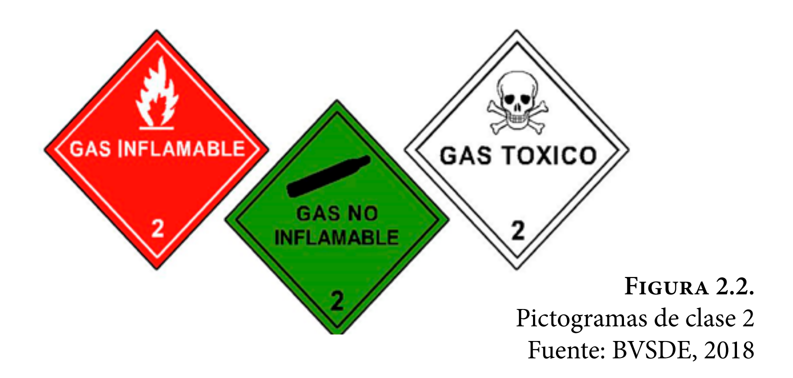


Figura 2.2.
Pictogramas de clase 2
Fuente: BVSDE, 2018

Clase 3. Líquidos inflamables. Están representados con el símbolo de una flama en blanco con fondo rojo y texto en blanco sobre una placa en forma de rombo (figura 2.3). Se dividen en números según el tipo de material:

» *Líquidos con punto de inflamabilidad bajo.*
» *Líquidos con punto de inflamabilidad medio*. Comprende los líquidos cuyo punto de inflamabilidad es igual o superior a 18 ° C e inferior a 23 ° C.
» *Líquidos con punto de inflamabilidad elevado.* Comprende los líquidos cuyo punto de inflamabilidad es igual o superior a 23 ° C, pero no superior a 61 ° C.



Figura 2.3.
Pictograma de clase 3.
Fuente: BVSDE, 2018

Clase 4. Sólidos inflamables y con combustión espontánea. Todos tienen el mismo símbolo de una flama y texto en color negro, solo cambia el color del fondo: azul, rojo y blanco con texto negro (figura 2.4). Se dividen en números según el tipo de material:

» *Sólidos inflamables.* Rombo con fondo rayado en color rojo y blanco, símbolo de flama y texto en negro.
» *Sólidos espontáneamente combustibles.* Materiales que pueden experimentar combustión espontánea. Rombo con la mitad superior en color blanco y el símbolo de flama en color negro, y la mitad inferior en color rojo y texto en negro.

Regreso a contenido

» *Peligro al contacto con el agua o con el aire.* Materiales que al contacto con el agua o el aire desprenden gases inflamables. Rombo con fondo azul, símbolo de flama y texto en color negro.

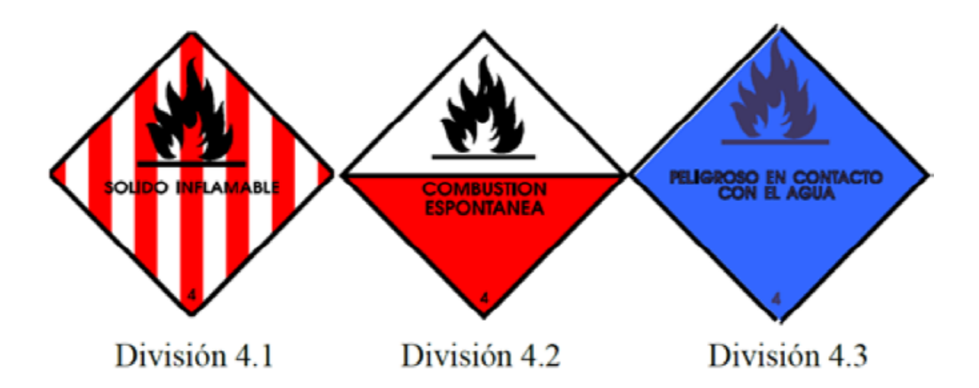


Figura 2.4. Pictogramas de clase 4. Fuente: BVSDE, 2018

Clase 5. Oxidantes y peróxidos orgánicos. Rombo amarillo con el símbolo de una flama sobre un círculo y texto en color negro (figura 2.5). Se dividen en números según el tipo de material:

» *Oxidantes.* Materiales que, sin ser combustibles en sí mismos, pueden causar o facilitar la combustión de otros mediante la liberación de oxígeno o por procesos análogos.

» *Peróxidos orgánicos.* Materiales orgánicos de estructura bivalente 0-0 que se consideran derivados del peróxido de hidrógeno, en los que uno o ambos átomos de hidrógeno han sido reemplazados por radicales orgánicos que pueden experimentar una descomposición exotérmica autoacelerada.



Figura 2.5. Pictogramas de clase 5.
Fuente: BVSDE, 2018

Regreso a contenido

Clase 6. Materiales venenosos (tóxicos) e infecciosos. Están representados por un rombo con fondo blanco, símbolo y texto en color negro (figura 2.6). Se dividen en números según el tipo de material:

- *Venenosos* (Grupos de peligro I y II). Materiales que pueden causar la muerte o producir efectos perjudiciales para la salud del ser humano si se ingieren, se inhalan o si entran en contacto con la piel. Símbolo: calavera y tibias cruzadas y texto en negro.
- *Nocivos* (Grupo de peligro III). Evítese contacto con alimentos. Símbolo: equis de color negro y texto en negro.
- *Material infeccioso.* Materiales que contienen microorganismos patógenos. Símbolo: tres medias lunas sobre un círculo y texto en color negro.

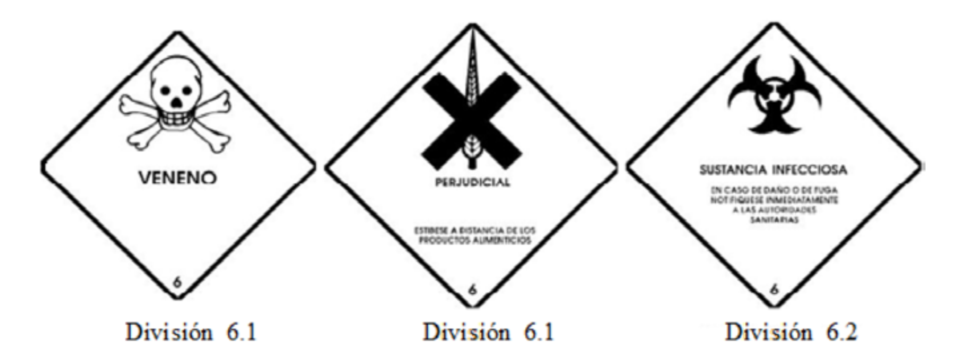


Figura 2.6. Pictogramas de clase 6. Fuente: BVSDE, 2018

Clase 7. Radiactivos. Son materias compuestas por átomos de una construcción sumamente inestable en la que, en un momento dado y de manera espontánea, estos átomos inician una serie de cambios o transformaciones que liberan un tipo especial de energía llamada radiación.

Tienen el símbolo de un trébol esquematizado en color negro que representa a los materiales radiactivos. Se clasifican en tres categorías, cada una con un número según del tipo de material, como se muestra en la figura 2.7: categoría I, rombo blanco con símbolo y texto en color negro con una raya vertical roja; categorías II y III, rombo con la mitad superior amarilla, mitad inferior blanca, borde blanco, con símbolo y texto en negro, y dos y tres rayas verticales rojas, respectivamente.



Figura 2.7. Pictogramas de clase 7
Fuente: BVSDE, 2018

Clase 8. Corrosivos. Son materiales sólidos o líquidos que, en su estado natural, tienen la propiedad de causar lesiones más o menos graves en los tejidos vivos.

Están representados en un rombo dividido horizontalmente: en la mitad superior de fondo blanco, aparece el símbolo de un derrame químico sobre una barra de acero y sobre una mano, delineado en color negro; en la mitad inferior de fondo negro, aparece el texto en color blanco (figura 2.8).



Figura 2.8.
Pictograma de clase 8
Fuente: BVSDE, 2018

Clase 9. Materiales peligrosos misceláneos o varios. Poseen características especiales por las cuales no se pueden clasificar en las ocho clases anteriores, como la nieve carbónica (hielo seco).

Están representados por un rombo dividido en forma horizontal: la mitad superior con rayas blancas y negras sin texto; la mitad inferior con un fondo blanco y texto en negro (figura 2.9).



Figura 2.9.
Pictograma de clase 9
Fuente: BVSDE, 2018

Regreso a contenido

2.2. CONSTITUYENTES QUE HACEN A UN MATERIAL PELIGROSO

Un material se convierte en peligroso si presenta, al menos, una de las siguientes características:

- Corrosividad
- Reactividad
- Explosividad
- Toxicidad ambiental
- Inflamabilidad
- Biológico-infecciosa

Material corrosivo. Es un líquido acuoso y presenta un pH menor o igual a 2.0 o mayor o igual a 12.5. Es un sólido que cuando se mezcla con agua destilada presenta un pH menor o igual a 2.0 o mayor o igual a 12.5. Es un líquido no acuoso capaz de corroer el acero al carbón, tipo SAE 1020, a una velocidad de 6.35 mm o más por año a una temperatura de 328 K (55 °C).

Material reactivo. Es un líquido o sólido que después de ponerse en contacto con el aire se inflama en un tiempo menor a cinco minutos sin que exista una fuente externa de ignición. Cuando el material se pone en contacto con agua reacciona espontáneamente y genera gases inflamables, mientras que en contacto con el aire y sin una fuente de energía suplementaria genera calor. Posee en su constitución cianuros o sulfuros.

Material explosivo. Es un material capaz de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva solo o en presencia de una fuente de energía o si es calentado bajo confinamiento.

Material tóxico ambiental. Sustancias introducidas en el medioambiente que causan un efecto dañino en los seres vivos y un desequilibrio ecológico o que, si bien no producen un efecto directo, tienen la capacidad potencial de ocasionarlo.

Material inflamable. Es un líquido o una mezcla de líquidos que contiene sólidos en solución o suspensión que presenta un punto de inflamación inferior a 60.5 °C. No es líquido y es capaz de provocar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos a 25 °C.

Material biológico-infeccioso. Se genera principalmente durante las actividades asistenciales a la salud de humanos o animales en los centros de salud, laboratorios clínicos o de investigación, bioterios, centros de enseñanza e investigación, el cual por el contenido de sus componentes puede representar un riesgo para la salud y el ambiente.

2.3. GUÍA DE RESPUESTA EN CASO DE EMERGENCIA

La *Guía de respuesta en caso de emergencia* es utilizada por bomberos, policías y otros servicios de emergencia, que son los primeros respondedores en llegar al lugar de un incidente de transporte de materiales peligrosos.

El propósito de la Guía es asistir a los respondedores en la rápida identificación de peligros específicos o genéricos de los materiales involucrados en el percance, así como en la protección personal y del público en general durante la fase inicial del incidente.

Los contenidos de este documento fueron desarrollados conjuntamente por los departamentos de Transporte de Canadá (TC, por sus siglas en inglés) y de los EE. UU. (DOT, por sus siglas en inglés), la Secretaría de Comunicaciones y Transportes de México (SCT), y la cooperación del Centro de Información Química para Emergencias (CIQUIME) de Argentina.

Asimismo, esta Guía asiste al personal de respuesta en la toma inicial de decisiones a la llegada al lugar de un incidente con materiales peligrosos, no obstante, no debe ser considerada como sustituta de un curso de capacitación en emergencias químicas, conocimiento o juicio.

La Guía incorpora el listado de materiales peligrosos de la edición más reciente de las *Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas* de las Naciones Unidas (ONU), así como también de otras regulaciones nacionales e internacionales.

El personal de respuesta a emergencias en un escenario con materiales peligrosos debe buscar, lo antes posible, información adicional acerca de cualquier material que esté involucrado en el incidente. La información obtenida por contacto con el organismo de respuesta a emergencias, ya sea llamando al teléfono de emergencias, en los documentos de transporte o al consultar la información y documentos que acompañan el embarque, puede ser más específica y precisa que esta Guía para adoptar medidas de control para los materiales involucrados.

La *Guía de respuesta en caso de emergencias* está conformada por un conjunto de guías de emergencia específicas que describen los riesgos y las medidas de seguridad que deben tomarse para cada uno de los materiales peligrosos. A su vez, cada "Guía de emergencia" se divide en tres secciones principales:

» La primera sección describe los riesgos potenciales que el material posee en términos de incendio, explosión y efectos sobre la salud luego de una exposición. El riesgo principal o más importante se enlista primero. El personal de respuesta debe consultar primero esta sección para tomar decisiones acerca de la protección del equipo de respuesta, así como también de la población circundante.

» La segunda sección enuncia medidas para la seguridad pública basadas en el material involucrado. Provee información general acerca del aislamiento inmediato del lugar del incidente, recomendaciones para la ropa de protección y equipos de protección respiratoria. También se detallan las distancias de evacuación para pequeños y grandes derrames y para situaciones de incendio (riesgo de fragmentación). Asimismo, en las páginas verdes, se hace referencia a las tablas de materiales con riesgo tóxico por inhalación (RTI), armas químicas y materiales reactivos con el agua (MRA). Cuando se menciona el nombre de alguno de estos materiales en las páginas amarillas y azules, estos aparecen resaltados en color verde.

Páginas amarillas. En esta sección se enlistan las sustancias en un orden numérico asignado por la ONU. El propósito es identificar rápidamente la "Guía de emergencia" específica a partir del "Número de identificación" ONU de la sustancia involucrada en el accidente. En esta lista se consignan los cuatro dígitos de dicho número, seguido por el "Número de guía" asignada y, por último, el "Nombre del material".

Páginas azules. En esta sección se enlistan las sustancias en un orden alfabético según su nombre. El propósito de esta sección es identificar rápidamente la "Guía de emergencia" a partir del nombre de la sustancia involucrada en el

Regreso a contenido

accidente. En el encabezado de la lista, primero se consigna el "Nombre del material", seguido por el "Número de guía" asignada y, por último, el "Número de identificación" de la ONU.

Páginas naranjas. Esta es la sección más importante de la Guía, porque aquí es donde se enuncian todas las recomendaciones de seguridad. Comprende un total de 174 "guías de emergencia" específicas, presentadas en un formato de dos páginas. Cada una proporciona información sobre los peligros potenciales, recomendaciones de seguridad para proteger al personal de respuesta y al público, así como las guías de respuesta a emergencia y acciones para situaciones de incendio, derrames o fugas y primeros auxilios.

Páginas verdes. Esta sección consta de dos tablas. La tabla 1 enlista, por orden numérico (según el número de identificación), solo las sustancias que son tóxicas por inhalación (materiales con riesgo tóxico por inhalación), incluyendo ciertas armas de destrucción masiva (armas químicas) y sustancias que al contacto con el agua producen gases tóxicos.

La tabla 2 enlista, por orden numérico, los materiales que producen grandes cantidades de gases con riesgo tóxico por inhalación (RTI) cuando se derraman en el agua e identifica los gases producidos.

» *La tercera sección cubre las acciones de respuesta a emergencia,* incluyendo primeros auxilios. Remarca precauciones especiales en incendios, derrames y exposición a sustancias químicas. Incluye numerosas recomendaciones acerca de primeros auxilios para realizar mientras se solicita ayuda especializada.

2.4. NORMATIVA NACIONAL PARA MATERIALES PELIGROSOS

El 23 de junio de 2006 se publicó la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005 que establece el procedimiento para identificar si un material es peligroso, el cual incluye los listados de los materiales peligrosos y las características que hacen que se consideren como tales.

La normativa tiene varios rubros que incluyen:

» Definiciones.
» Procedimientos para determinar si un material peligroso.

» Características que definen a un material como peligroso.
» Procedimiento para la evaluación de la conformidad.
» Grado de concordancia con normas y lineamientos internacionales y con las normas mexicanas tomadas como base para su elaboración.

Asimismo, se incluyen las siguientes clasificaciones:

» De materiales peligrosos por fuente específica.
» De materiales peligrosos por fuente no específica.
» De materiales peligrosos resultado del desecho de productos químicos fuera de especificaciones o caducos (tóxicos agudos).
» De materiales peligrosos resultado del desecho de productos químicos fuera de especificaciones o caducos (tóxicos crónicos).
» Por tipo de materiales, sujetos a condiciones particulares de manejo.

Por último, tablas de los límites máximos permisibles para los constituyentes tóxicos en el extracto (PECT).

2.5. ROMBO DE IDENTIFICACIÓN DE MATERIALES PELIGROSOS

La Asociación Nacional de Protección Contra el Fuego (NFPA, por sus siglas en inglés) elabora códigos y normas para prevenir y combatir las situaciones de incendio, riesgos eléctricos y otros relacionados, los cuales afectan la calidad de vida.

Entre estos códigos, destaca NFPA 704: *Sistema estándar para la identificación de los peligros de los materiales para la respuesta de emergencia,* que describe de manera simplificada la determinación del grado del riesgo para la salud, la inflamabilidad y la inestabilidad de los productos químicos, como también la reactividad del agua y los oxidantes.

La norma NFPA 704 explica el sistema estandarizado para la identificación de riesgo de incendio de materiales peligrosos, llamado *rombo de identificación,* que utiliza números y colores como aviso para definir los peligros básicos de un material peligroso. Según sea el grado de peligro que presenten, la salud, inflamabilidad y reactividad están identificadas y clasificadas en una escala del 0-4 (figura 2.10).

Regreso a contenido

Regreso a contenido



Figura 2.10. Rombo de identificación. Fuente: STPS, 2018

Peligros para la salud (color azul):

0. Material normal
1. Ligeramente peligroso
2. Peligroso
3. Extremadamente peligroso
4. Fatal

Riesgo de inflamabilidad o incendio (color rojo):

0. No se quemará
1. Combustible si se calienta
2. Combustible
3. Inflamable
4. Extremadamente inflamable

Riesgo por reactividad (color amarillo):

0. Estable
1. Inestable si se calienta
2. Cambio químico violento
3. Detonación con una fuente de inicio
4. Detonación rápida

Peligro específico (color blanco):

- » ~~W~~ Material que puede tener una reacción peligrosa con el agua
- » OXY indican la existencia de un oxidante
- » ALC identificar materiales alcalinos

» ACID ácidos
» CORR corrosivos

2.6. HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD PARA MATERIALES PELIGROSOS

La “Hoja de Datos de Seguridad” (HDS) proporciona información básica sobre un material o sustancia química determinada. Esta incluye, entre otros aspectos, las propiedades y riesgos del material, cómo usarlo de manera segura y qué hacer en caso de una emergencia. El objetivo de este documento es el de proporcionar orientación para la comprensión e interpretación de la información presentada.

Las HDS son esenciales para el desarrollo de programas integrales de uso y manejo seguro de los materiales; además, las HDS son preparadas por los fabricantes o proveedores de los materiales y, dado que su elaboración está orientada a diferentes usuarios, la información que se presenta es general y resumida.

La información de las HDS está organizada en secciones. Los nombres y contenidos específicos de estas pueden variar de un proveedor de HDS a otro, presentando, por lo general, las dieciséis secciones de las Hojas de Datos de Seguridad de los Materiales (MSDS) del American National Standards Institute (ANSI). Si se está empleando una hoja de datos de ocho secciones, similar a la recomendada por la Occupational Safety and Health Administration (OSHA), la información presentada se puede localizar en este documento, aunque puede aparecer en orden diferente y bajo títulos ligeramente distintos.

Básicamente, las HDS se dividen en las siguientes secciones:

I. Datos generales del responsable de la sustancia
II. Identificación de la sustancia
III. Identificación de componentes riesgosos
IV. Propiedades fisicoquímicas
V. Riesgos de fuego o explosión
VI. Riesgos de reactividad
VII. Riesgos para la salud (toxicidad)
  » Efectos en la salud por exposición aguda
  » Efectos en la salud por exposición crónica
  » Información complementaria
  » Emergencias y primeros auxilios

Regreso a contenido

VIII. Protección personal en caso de emergencias
IX. Indicaciones en caso de fuga o derrame
X. Información sobre transportación
XI. Información sobre ecología
XII. Precauciones especiales de manejo y almacenamiento
XIII. Información adicional

3 | Almacenamiento de materiales peligrosos

Es indiscutible la importancia de tomar precauciones cuando se trabaja con materiales peligrosos, pero es igual de importante almacenar estas sustancias correctamente para seguir manteniendo el nivel de seguridad.

Si están almacenadas correctamente, estas sustancias no deben causar problemas; sin embargo, se tiene que ser consciente de lo que significa el almacenamiento seguro para evitar cualquier riesgo de posibles accidentes, ya que se trata de materiales peligrosos que han sido clasificados como tales, así que cualquier precaución es poca.

Si las sustancias no se almacenan correctamente y con seguridad, los riesgos en muchos casos pueden ser los siguientes:

» Fuego.
» Explosión.
» Liberación repentina de la presión (por ejemplo, si un tanque de gas comprimido se pincha).
» Reactividad (incendio, explosión o liberación de gases peligrosos que pueden resultar del contacto entre determinados productos químicos y otros productos químicos o aire o agua).
» Derrames líquidos de productos químicos.

3.1. TIPOS DE ALMACENES PARA MATERIALES PELIGROSOS

Estantes-baldas y armarios de laboratorio (figura 3.1). Se deben seguir las normas generales, además de las siguientes recomendaciones:

» No colocar en estantes elevados recipientes más grandes de medio litro.
» Los recipientes más grandes se han de colocar a los niveles más bajos.
» Los productos más peligrosos (recordar clasificación) es recomendable que estén en armarios.



Figura 3.1. Armario para almacenamiento de sustancias peligrosas. Fuente: Manutan, 2018

Almacén dentro (figura 3.2) y fuera del laboratorio (figura 3.3).

Recomendaciones:

- Seguir las normas anteriormente citadas.
- Recordar que el nivel de exigencia para cumplir la normativa está relacionado con el volumen y peligrosidad de los productos almacenados.

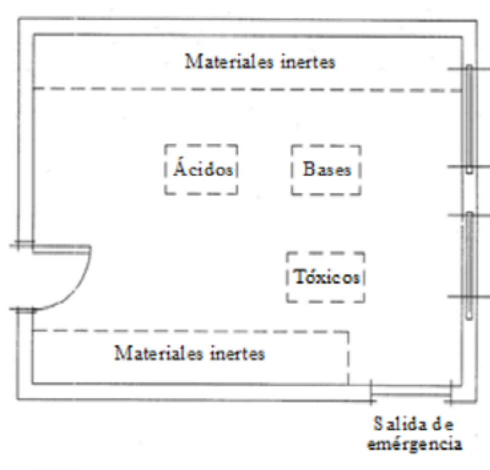


Figura 3.2. Colocación de materiales peligrosos dentro del laboratorio. Fuente: Prevention-world, 2018

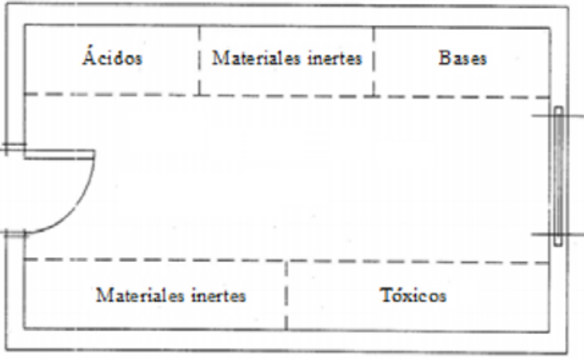


Figura 3.3. Colocación de materiales peligrosos fuera del laboratorio. Fuente: Prevention-world, 2018

Armarios para inflamables (figura 3.4) y corrosivos (figura 3.5).

Regreso a contenido

Recomendaciones:

» Requisitos de los armarios de inflamables UNE-EN 1634-1.

» Estanterías hondas en forma de cubeta (reborde de 5 cm de altura).

» Armarios por local o separados >30 m.

» Contenido (100 L, clase A; 250 L, clase B; 500 L, clase C; o un total de 500 L

» Ventilación al exterior (clase A).

» Clase B rejilla apagallamas.

» Puertas con tres puntos de anclaje.

» Aviso “peligro de incendio” y el pictograma



Figura 3.4. Armario para inflamables. Fuente: cajas10.com cajas fuertes y sistemas de seguridad, 2018



Figura 3.5. Armario para corrosivos. Fuente: Productos-para-inflamables, 2018

Regreso a contenido

Tabla 3.1 Clasificación de productos químicos inflamables y combustibles

CLASE	SUBCLASE	CARACTERÍSTICAS
A		Productos licuados cuya presión absoluta de vapor a 15 °C sea superior a 98 KPa (un kilogramo/centímetro cuadrado manométrico), tales como propileno, butadieno, cloruro de metilo, entre otros.
	A1	Productos de la clase A que se almacenan licuados a una temperatura inferior de 0 °C
	A2	Productos de la clase A que se almacenan licuados en otras condiciones.
B		Productos cuyo punto de inflamación es inferior a 55 °C y no están comprendidos en la clase A (acetona, alcohol amílico, por ejemplo).
	B1	Productos de la clase B cuyo punto de inflamación es inferior a 38 °C.
	B2	Productos de clase B cuyo punto de inflamación es igual a 38 °C.
C		Productos cuyo punto de inflamación está comprendido entre 55 °C y 100 °C (fenol, formaldehido, por ejemplo).
D		Productos cuyo punto de inflamación es superior a 100 °C.

Fuente: Unirioja, 2018

Frigoríficos. Si se guardan productos inflamables:

- El frigorífico ha de ser de seguridad aumentada, es decir, que no disponga de instalación eléctrica en el interior. Los frigoríficos de seguridad máxima son los homologados como antideflagrantes.
- Los recipientes han de estar bien cerrados. Debe llevarse un control de temperatura (máxima/mínima), tal como se muestra en la figura 3.6.



Figura 3.6.
Frigorífico Fuente:
Unirioja, 2018

3.2. CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO PARA MATERIALES PELIGROSOS

Como se explicó anteriormente, resulta primordial tomar precauciones cuando se trabaja con materiales peligrosos, así como lo es el almacenar estas sustancias de manera correcta para seguir manteniendo el nivel de seguridad, incluso cuando los materiales peligrosos están fuera de la vista en los contenedores.

Cada aspecto del diseño de la sala de almacenamiento tiene una razón y propósito. Por su parte, cada sustancia tiene sus propias especificaciones de cómo debe ser manipulada y almacenada para contar en todo momento con seguridad en los trabajos. Por consiguiente, para garantizar su adecuado manejo, se han desarrollado normas oficiales, como la NOM-010-SCT2/2009, de la cual se exponen a continuación algunos de sus principales preceptos.

> Norma Oficial Mexicana NOM-010-SCT2/2009, Disposiciones de compatibilidad y segregación para el almacenamiento y transporte de substancias, materiales y residuos peligrosos:
>
> La presente Norma Oficial Mexicana establece las disposiciones de compatibilidad y segregación, que deben aplicarse para el almacenamiento y transporte de substancias, materiales peligroso, debidamente envasado y embalado, a fin de proteger la seguridad de las personas y sus bienes, así como el medio ambiente y las vías generales de comunicación.
>
> No deberán aceptarse para el transporte o almacenamiento, las substancias, materiales o residuos peligrosos, que no se encuentren debidamente clasificados, envasados o embalados, marcados y etiquetados, de acuerdo con la normatividad vigente.

Los envases o embalajes que contengan substancias, materiales o residuos peligrosos, se cargarán y sujetarán en la unidad de transporte garantizando su estabilidad, a efecto que, durante el traslado, se evite que pudieran cambiar de lugar u orientación, se impidan los movimientos y golpes laterales o longitudinales, a fin de reducir efectivamente al mínimo el riesgo de fugas o derrames.

Las substancias, materiales o residuos peligrosos incompatibles se separarán unos de otros durante el transporte o almacenamiento.

Las disposiciones de compatibilidad y segregación, se aplicarán a las substancias, materiales o residuos peligrosos que cumplan con una o más de las clases de riesgo definidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-002-SCT, "Listado de las substancias y materiales peligrosos más usualmente transportados" contenidos en envases y/o embalajes, contenedores o en un tanque portátil, los cuales deberán portar etiquetas o carteles de la clase de riesgo de acuerdo a lo establecido en las normas oficiales mexicanas NOM-003-SCT y NOM-004-SCT.

La importancia del riesgo que acarrean las reacciones posibles entre substancias, materiales o residuos peligrosos incompatibles puede variar y las disposiciones necesarias sobre la separación también serán distintas según las circunstancias. En algunos casos, es posible lograr esta separación respetando determinadas distancias entre substancias, materiales o residuos peligrosos incompatibles [...] Los espacios entre las substancias, materiales o residuos peligrosos pueden llenarse con una carga compatible con las substancias, materiales o residuos peligrosos.

Las disposiciones sobre separación relativas a cada modo de transporte se basarán en los principios siguientes:

a) Las substancias, materiales o residuos peligrosos incompatibles estarán separados unos de otros a fin de reducir efectivamente al mínimo el riesgo de que entren en contacto por fugas o derrames o cualquier otro accidente.
b) Cuando se carguen juntos substancias, materiales o residuos peligrosos, se aplicarán los procedimientos de separación más severos prescritos para las diferentes clases de riesgo.
c) Con respecto a los envases y/o embalajes en los que se exija una etiqueta de riesgo secundario, se aplicarán las disposiciones de separación correspondientes al riesgo secundario, si es que estas son más estrictas, que las prescritas para el riesgo primario.

Un sobreenvase no deberá contener substancias, materiales o residuos peligrosos que reaccionen peligrosamente entre ellos.

Al efecto los materiales deberán estar separados unos de otros en una distancia mínima de 1.2 metros (4 pies), en todas sus direcciones, recomendándose el uso de tarimas con un mínimo de 10 cm de altura sobre el piso del vehículo o unidad de transporte.

Sin embargo, los líquidos de la Clase 8 Corrosivos no deberán cargarse arriba o sobre los materiales de la Clase 4 Sólidos Inflamables, así como de los de la Clase 5 Oxidantes o Peróxidos Orgánicos, solamente podrán transportarse juntos cuando se trate de vehículos de transporte cargados únicamente de esta clase de substancias, materiales o residuos, siempre y cuando la mezcla de substancias, materiales o residuos peligrosos no tenga la capacidad de causar fuego o producir una evolución peligrosa de calor o gas.

Cuando en la Norma Oficial Mexicana NOM-02-SCT se requiera que el envase y embalaje ostente etiqueta de riesgo secundario, la segregación y compatibilidad apropiada para el riesgo secundario debe ser aplicada, cuando la segregación sea más restrictiva que la indicada para el riesgo primario.

Sin embargo, las substancias, materiales o residuos peligrosos de la misma clase pueden almacenarse juntas sin contemplar la segregación que requiera la consideración de cualquier riesgo secundario, solo si los materiales no tienen la capacidad de reaccionar uno con otro en forma peligrosa y motivar una combustión o producir gases inflamables, venenosos o asfixiantes, generar un incendio o formar substancias, materiales o residuos peligrosos corrosivos o inestables.

Por otra parte, las condiciones de almacenamiento generales son las siguientes:

» Almacenamiento ordenado sobre pallets o estanterías tipo rack, segregadas, independientes o separadas, según su clasificación específica e incompatibilidad, como se muestra en la figura 3.7.





Figura 3.7. Almacén a prueba de fuego. Fuente: Denios, 2018

Regreso a contenido

» El almacenamiento no debe obstruir vías de ingreso y evacuación.
» Demarcación de pasillos con líneas amarillas, como se muestra en la figura 3.8.



Figura 3.8. Líneas amarillas de precaución. Fuente: Grupo PAVI, 2018

» Pasillo central con un mínimo 2.4 m de ancho, como se observa en la figura 3.9.
» Ancho mínimo de pasillos entre pilas de 1.2 m (pasillos secundarios).

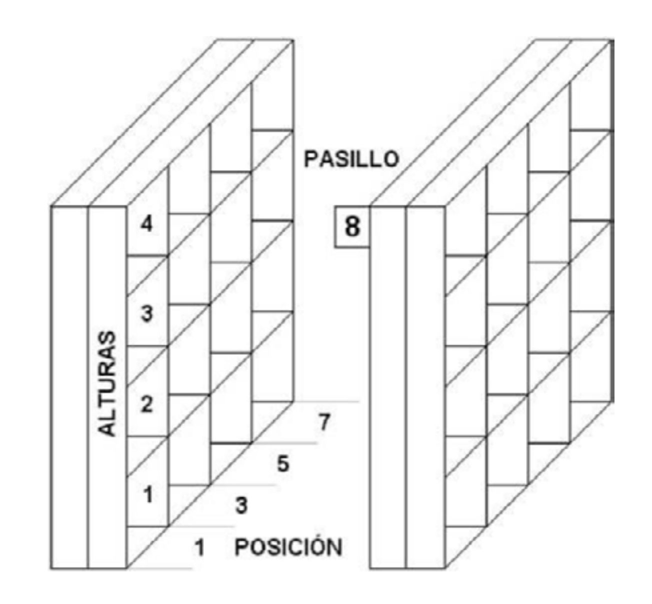


Figura 3.9. Dimensiones y ordenamiento Fuente: Monografías, 2018

» La distancia mínima de sustancias peligrosas a muros perimetrales interiores es de 0.5 m como mínimo.
» Señalizar con letreros que indiquen la clasificación de los productos almacenados, como se muestra en las figuras 3.10 y 3.11.

Regreso a contenido



FIGURA 3.10. Letrero
Fuente: Breroshop, 2018



FIGURA 3.11. Clasificación ONU
Fuente: Naciones Unidas, 2018

Rotulación de las sustancias con información de los riesgos asociados y acciones a seguir en caso de emergencia, como se menciona en las NOM-010-SCT2/2009, NOM-003-SCT2/2009 y NOM-004-SCT2/2009.

» La sustancia almacenada debe cumplir con la distancia estipulada en normas respecto de las boquillas de los rociadores, como se indica en la NOM-010-SCT2/2009.
» Existencia de un registro, mantenido en un lugar seguro y a disposición del personal a cargo de la bodega, escrito en español, con todas las hojas de datos de seguridad de los productos almacenados, como se menciona en la tabla 1 de la NOM-010-SCT2/2009.
» Instalación eléctrica reglamentaria (declarada en la SEC) y a prueba de explosión, según los productos almacenados, como se muestra en la figura 3.12.



FIGURA 3.12. Eléctrica a prueba de explosión.
Fuente: Novaelectra, 2018

Regreso a contenido

» Cuando se maneje menos de 500 kg de sustancias peligrosas en envases menores a 200 kg o L, se podrá almacenar en estanterías, como se menciona en la NOM-010-SCT2/2009 y se muestra en la figura 3.13.

Características:

1. Cerrada, que se mantenga acceso restringido.
2. De material no comburente.
3. Señalizada.
4. Con ventilación que evite acumulación de gases en su interior.
5. Con mecanismo de control de derrame (con repisas autocontenidas).



Figura 3.13. Materiales de menos de 500 kg. Fuente: productosquimicosymedioambiente, 2018

3.3. SEGREGACIÓN DE MATERIALES PELIGROSOS

En la Norma Oficial Mexicana NOM-010-SCT2/2009, Disposiciones de compatibilidad y segregación para el almacenamiento y transporte de substancias, materiales peligrosos, se establece que las sustancias, materiales o residuos peligroso no deben ser cargados, transportados o almacenados juntos, excepto cuando sean segregados de conformidad con la tabla 3.2, incluida en esta misma norma.

Tabla 3.2. De compatibilidad y segregación para substancias, materiales y residuos peligrosos

Clase o división de riesgo		Notas	1.1 1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	2.1	2.2	2.3 Zona A	2.3 Zona B	3	4.1	4.2	4.3	5.1	5.2	6.1 GEE I Zona A	7	8 Líquidos
Explosivos	1.1 1.2	A	★	★	★	★	★	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Explosivos	1.3		★	★	★	★	★	×		×	×	×		×	×	×	×	×		×
Explosivos	1.4		★	★	★	★	★	O		O	O	O		O				O		O
Explosivos muy sensibles	1.5	A	★	★	★	★	★	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Explosivos extremadamente sensibles	1.6		★	★	★	★	★													
Gases inflamables	2.1		×	×	O	×				×	O							O	O	
Gases no tóxicos no inflamables	2.2		×			×														
Gases tóxicos Zona A	2.3		×	×	O	×		×				×	×	×	×	×	×			×
Gases tóxicos Zona B	2.3		×	×	O	×		O				O	O	O	O	O	O			O
Líquidos inflamables	3		×	×	O	×				×	O					O		×		
Sólidos inflamables	4.1		×			×				×	O							×		O
Sólidos combustión espontánea	4.2		×	×	O	×				×	O							×		×
Sólidos que reaccionan con el agua	4.3		×	×		×				×	O							×		O
Oxidantes	5.1	A	×	×		×				×	O	O						×		O
Peróxidos orgánicos	5.2		×	×		×				×	O							×		O
Líquidos tóxicos agudos GEE I Zona A	6.1		×	×	O	×		O				×	×	×	×	×	×			×
Materiales radiactivos	7		×			×		O												
Líquidos corrosivos	8		×	×	O	×				×	O		O	×	O	O	O	×		

Fuente: NOM-010-SCT2/2009, DOF, 1 de septiembre de 2009

Donde:

- » CL (concentración letal).
- » Zona con toxicidad por inhalación inferior o igual a y con concentración saturada de vapor superior o igual a .
- » Zona con toxicidad por inhalación inferior o igual a y con concentración saturada de vapor superior o igual a .
- » El "*" en la intersección vertical-horizontal de la tabla 3.2 indica que la compatibilidad y segregación entre diferentes substancias, materiales o residuos peligrosos de la Clase 1 Explosivos está establecida en la Norma Oficial Mexicana NOM-009-SCT2 Compatibilidad para el almacenamiento y transporte de substancias, materiales y residuos peligrosos de la Clase 1 Explosivos o la que la sustituya.
- » La letra "A" en la columna de notas indica que, a pesar de lo indicado por la letra "X", el fertilizante de nitrato de amonio puede cargarse, almacenarse o transportarse con substancias, materiales o residuos peligrosos explosivos de la división 1.1 Clase A Explosivos o de la división 1.5 Agentes Explosivos.

3.4. USO DEL CAMEO PARA LA SEGREGACIÓN Y COMPATIBILIDAD DE MATERIALES PELIGROSOS

CAMEO (Computer-Aided Management of Emergency Operations) es un sistema de aplicaciones de software que proporciona información clara y precisa para la planeación y respuesta a emergencias químicas que se presenten y, además, permite evaluar la mezcla de varios materiales peligrosos. Con esta herramienta se puede realizar lo siguiente:

- » Administrar datos para la planificación y respuesta ante emergencias (incluidas instalaciones, inventarios de productos químicos, información de contacto y recursos de respuesta).
- » Acceder a la propiedad química y a la información de respuesta.
- » Evaluar la reacción química si se mezclan materiales peligrosos.
- » Determinar las zonas de amenaza para emisiones químicas peligrosas, como nubes de gases tóxicos, incendios y explosiones.
- » Elaborar mapas de zonas de amenaza y otros lugares de interés.

Este software fue desarrollado por la Oficina de Administración de Emergencias (OEM, por sus siglas en inglés) de la EPA y la Oficina de Respuesta y Restauración de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA, por

sus siglas en inglés) para ayudar con información de respuesta rápida, precisa y fácilmente accesible sobre algún evento a los planificadores y respondedores de emergencias químicas de primera línea.

El sistema del CAMEO integra una base de datos químicos y un método para manejar dichos datos, un modelo de dispersión aéreo, así como capacidad suficiente para elaborar cartografía. Todos los módulos trabajan para compartir interactivamente y desplegar la información crítica de manera oportuna. El sistema del CAMEO está disponible en Macintosh y formatos de Windows.

CAMEO se ha reforzado para proporcionarles una herramienta a proyectistas de la emergencia para entrar en la información local y desarrollar los posibles incidentes, lo cual les permita preparar bien los planes de emergencias químicas. Contiene una base de datos química con más de 6 000 materiales químicos peligrosos, 80 000 sinónimos y nombres comerciales del producto.

Otra de las ventajas es que CAMEO proporciona un sistema de búsqueda poderoso que ayuda a los usuarios a encontrar los materiales químicos al instante, ya que puede enlazar a la información química específica sobre el fuego y los riesgos explosivos, riesgos a la salud, técnicas contra fuego, procedimientos de la limpieza y la ropa de protección que se requiere.

El programa de cómputo muestra las compatibilidades y las incompatibilidades que hay entre los diferentes materiales que se almacenarán. Resulta importante resaltar que materiales que tienen la misma clase de riesgo pueden presentar incompatibilidades entre ellos, y estas situaciones son tomadas en cuenta para su separación y reacomodo. Por lo cual, para los 54 riesgos de mayor consideración, se utiliza el programa para verificar la incompatibilidad y los posibles eventos que sucederían en caso de que se mezclaran los materiales peligrosos.

Con la elaboración de las tablas 3.3 y 3.4 se toma la decisión de determinar los espacios físicos que se destinarán para almacenar cada uno de los materiales. El siguiente paso en la metodología consiste en generar otra tabla (figura 3.17) que contiene los espacios físicos que se asignarán y en la que para lograr obtener el área disponible se requiere información de suma importancia, la de los máximos y mínimos de almacenamiento. Dicha información permite saber la cantidad de material que se va a almacenar de forma constante como máximo y mínimo, y de esta manera destinar un área específica que no sea modificada en un futuro.

Regreso a contenido

Para lograr esto (figura 3.17), se tiene que recurrir a los diferentes responsables de las áreas de la empresa involucradas para asignar los espacios físicos de manera segura, tomando en consideración todas y cada una de las observaciones que estas áreas emiten. Un departamento que participa es el de logística, mejor conocido como departamento de almacenamiento, el cual tiene mayor conocimiento sobre la cantidad que se tiene físicamente en el almacén, así como de los materiales que necesitan mayor espacio y sus condiciones físicas para su estiba. De igual manera, y no por ser la última es de menos importancia, el departamento de seguridad e higiene es el que tiene la facultad e información para evaluar posibles riesgos que se presenten, además de la toma de decisiones para los espacios requeridos peatonales y de montacargas.

Por último, se pasa a la fase final de la metodología, la cual es la distribución en la nueva área destinada de acuerdo con las indicaciones de la dirección de la empresa.

Figura 3.15.
Clase de riesgos

Color	Clase de riesgo
	3 Líquidos inflamables
	5 Peróxidos orgánicos
	6 Tóxicos
	8 Corrosivos
	9 Misceláneos

Fuente: García Villanueva, Luis Antonio. "Propuesta de una metodología para la prevención de accidentes químicos en el almacenamiento de materiales peligrosos", 2018.

No.	NOMBRE COMERCIAL	NOMBRE QUÍMICO	NOM-10-SCT/03 CLASE DE RIESGO	NOM-002-SCT/2003 No UN	NOM-018-STPS NFPA	TIPO DE EMBALAJE			CONSUMO INTERNO POMEDIO MENSUAL KG	ROTULADO DE EMBALAJE		ESPACIO FÍSICO REQUERIDO EN M^2	OBSERVACIONES
							Mensual en KG	No PARTIDAS		MÁXIMO	MÍNIMO		
1	Acetona	Propanona	3	1090	2 3 0	TAMBOR	*	*	1.83	312.00	156.00	1.69	
2	Aditivo BYK-A 555	Nafta aromática ligera	3	1256	1 3 0	TAMBOR	*	*	1,130.54	510.30	340.20	1.69	
3	Aditivo BYK-R 605	Nafta aromática ligera Xileno Isobutanol Etibenceno	3	1993	S/N	TAMBOR	*	*	554.76	340.20	170.10	1.69	
4	Aditivo BYK-S 740	Cera parafina Alcanos	3	1268	1 2 0 B	TAMBOR	*	*	494.78	317.52	158.76	1.69	
5	Aditivo W-940	Xileno 2,6-dimetil-4-heptano Glicol poliyaquinel Etibenceno 4,6-dimetil1 -2 heptnano	3	1993	S/N	TAMBOR	*	*	577.84	370.00	185.00	1.69	
6	Aditivo BYK W-966		3	1993		TAMBOR	*	*	521.05	165.00	165.00	1.69	
7	Alfa-metil estireno	Isopropenil benceno	3	2303	2 1 0	TAMBOR	*	*	512.82	362.00	181.00	1.69	
8	Antiterra "U"	1,2 propanodol Xileno Isobutanol Etibenceno	3	1993		TAMBOR	*	*	9.43	28.15	18.15	0.5	
9	Butil Hidroxitoluano (BHT)	2,6-bis(1,1-dimetiletil)-4-metil fenol	3	S/N	0 0 0 0	CUBETA	*	*	5.04	45.20	22.60	1.69	
10	BYK - 354		3	1993		CUBETA	*	*				1.69	NO TIENE HOJA DE SEGURIDAD

Fuente: García Villanueva, Luis Antonio "Propuesta de una metodología para la prevención de accidentes químicos en el almacenamiento de materiales peligrosos", 2018.

Regreso a contenido

Regreso a contenido

Materia prima en el almacén

No.	NOMBRE COMERCIAL	NOMBRE QUÍMICO	NOM-10-SCT/03 CLASE DE RIESGO	NoCAS	NOM-002-SCT/2003 No UN	NOM-018-STPS NFPA	Proveedor	HOJA DE SEGURIDAD S	HOJA DE SEGURIDAD N	HOJA DE SEGURIDAD IDIOMA	EDO. DE LA MATERIA	TIPO DE EMBALAJE	ROTULADO DE EMBALAJE CLASE DE RIESGO S	ROTULADO DE EMBALAJE CLASE DE RIESGO N	ROTULADO DE EMBALAJE NFPA S	ROTULADO DE EMBALAJE NFPA N	OBSERVACIONES
1	Acetona	Propanona	3	67-64-1	1090	2 3 0	Adydsa	X		Español	Líquido	Tambor	x		x		COMPLETO
2	Aditivo BYK-A 555	Nafta aromática ligera	3	64742-95-6	1256	1 3 0	BYK-Chemie USA	X		Inglés	Líquido	Tambor	x		x		HOJA EN IDIOMA INGLÉS Solicitar al proveedor en Español
3	Aditivo BYK-R 605	Nafta aromática ligera Xileno Isobutanol Etibenceno	3	64742-95-6 1330 20-7 78-83-1 100-41-4	1993	S/N	BYK-Chemie USA	X		Inglés	Líquido	Tambor	x		x		HOJA EN IDIOMA INGLÉS Solicitar al proveedor en Español
4	Aditivo BYK-S 740	Cera parafina Alcanos	3	S/N	S/N	S/N	BYK-Chemie USA	X		Español	Líquido	Tambor	x		x		FALTA NUMERO UN Y CAS Solicitar al proveedor
5	Aditivo W-940	Xileno 2,6-dimetil-4-heptano Glicol poliyaquinel Etibenceno 4,6-dimetil1 -2 heptnano	3	1330-20-7 108-83-8 9038-95-3 100-41-4 19549-80-5	1993	S/N	BYK-Chemie USA	X		Inglés	Líquido	Tambor	x		x		HOJA EN IDIOMA INGLÉS Solicitar al proveedor en Español
6	Aditivo BYK W-966		3		1993												
7	Alfa-metil estireno	Isopropenil benceno	3	98-83-9	2303	2 1 0	JLM Marketing	X		Inglés	Líquido	Tambor	X		X		HOJA EN IDIOMA INGLÉS Solicitar al proveedor en Español
8	Antiterra "U"	1,2 propanodol Xileno Isobutanol Etibenceno	3	57-55-6 13330-20-7 78-83-1 100-41-4	1993	S/N	BYK-Chemie USA	X		Español	Líquido	Tambor		X	X		COMPLETO Solicitar rotulado en embalaje
9	Butil Hidroxitoluano (BHT)	2,6-bis(1,1-dimetiletil)-4-metil fenol	3	128-37-0	S/N	0 0 0	Begón Meyer	X		Español	SÓLIDA	CUBETA	X		X		FALTA NUMERO UNS Solicitar al proveedor
10	BYK - 354		3		1993												

Fuente: García Villanueva, Luis Antonio "Propuesta de una metodología para la prevención de accidentes químicos en el almacenamiento de materiales peligrosos", 2018.

4 | Transporte de materiales peligrosos

Regreso a contenido

De acuerdo con el Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales Peligrosos y a la NOM-002-SCT-2011 se definen los siguientes conceptos:

- Autotransportista. Persona física o moral debidamente autorizada por la Secretaría para prestar servicio público o privado de autotransporte de carga.
- Constructor o reconstructor de unidades. Persona física o moral que diseña, construye, reconstruye o repara unidades destinadas para el transporte de materiales peligrosos.
- Destinatario. Persona física o moral receptora de materiales peligrosos.
- Empresa ferroviaria. Empresa u organismo autorizados por el Gobierno Federal para operar el transporte por tren y prestar servicios auxiliares.
- Expedidor. Persona física o moral, que a nombre propio o de un tercero, contrata el servicio de transporte de materiales peligrosos.
- Envase interior. Todo recipiente destinado a contener un producto y que entra en contacto directo con este, conservando su integridad física, química y sanitaria.
- Envase exterior. Se entiende aquel que contiene al envase primario y que le sirve de protección.
- Material peligroso. Aquellas substancias peligrosas, sus remanentes, sus envases, embalajes y demás componentes que conformen la carga que será transportada por las unidades.
- Normas. Normas oficiales mexicanas que expiden las dependencias competentes, sujetándose a lo dispuesto en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.
- Purgar. Acción de evacuar o eliminar un fluido de cualquier depósito utilizado para el transporte de materiales peligrosos.
- Residuo peligroso. Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables, biológicas infecciosas o irritantes, representan un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.
- Secretaría. Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
- Substancia peligrosa. Todo aquel elemento, compuesto, material o mezcla

de ellos, que independientemente de su estado físico, represente un riesgo potencial para la salud, el ambiente, la seguridad de los usuarios y la propiedad de terceros. También se consideran en esta definición los agentes biológicos causantes de enfermedades.

» Remanente. Materiales peligrosos que persisten en los contenedores, envases o embalajes después de su vaciado o desembalaje.
» Transportista. Autotransportista y empresa ferroviaria.
» Tren. Una máquina o más de una máquina que transita por el ferrocarril, con o sin carros acoplados, exhibiendo indicadores.
» Unidad. Vehículo para el transporte de materiales peligrosos, compuesto por unidades motrices y de arrastre.
» Unidad de arrastre. Vehículo para el transporte de materiales peligrosos, no dotado de medios de propulsión y destinado a ser jalado por un vehículo de motor.
» Ventear. Acción de liberar los gases y vapores acumulados en un recipiente, tanque o contenedor cerrado.

Tabla 4.1 Leyes para el transporte de materiales peligrosos

TRANSPORTE-SCT	MATERIALES SEMARNAT	USO DUAL-SEGOB Y SSA
Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal (LCPAF)	Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (enero-28-88 y mayo-23-06)	Ley Federal para el Control de Sustancias Químicas Susceptibles de Desvío para la Fabricación de Armas Químicas (junio-09-09)
Reglamento de Autotransporte Federal y Servicios Auxiliares (RAFSA) (Nov-22-94 y Nov-24-2000)	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) (Oct-08-03 y mayo-22-06)	Ley Federal para el Control de Precursores Químicos, Productos Químicos Esenciales y Máquinas para Elaborar Cápsulas, Tabletas y/o Comprimidos (LFPQ) (Dic-26-97)
Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos (RTTM y RP) (Abr-07-93 y Nov-28-06)	Reglamento de la LGPGIR (Nov-30-06)	Reglamento de la LFPQ
Normas oficiales mexicanas	Normas oficiales mexicanas	Normas oficiales mexicanas

Fuente: SCT, 2018

4.1.TRANSPORTE TERRESTRE

Para transportar materiales peligrosos por las vías generales de comunicación terrestre, es necesario que la SCT así lo establezca en el permiso otorgado a los transportistas, sin perjuicio de las autorizaciones que otorguen otras dependencias del Ejecutivo Federal, de conformidad con las disposiciones legales aplicables. Las condiciones de operación se sujetarán a las disposiciones establecidas en las normas oficiales mexicanas y reglamentos citados anteriormente.

4.1.1. Envase y embalaje

El envase y embalaje de materiales peligrosos deberá cumplir con la clasificación, tipos y disposiciones de las normas correspondientes:

» El envase y embalaje, antes de ser llenado y entregado para su transporte, deberá ser inspeccionado por el expedidor de la sustancia o materiales peligros para cerciorarse de que no presenta corrosión, presencia de materiales extraños u otro tipo de deterioro.
» Los envases y embalajes deberán estar cerrados para que, una vez preparados para su expedición, no sufran en condiciones normales de transporte algún escape debido a cambios de temperatura, humedad o presión.
» Queda prohibido adicionar al exterior de los envases y embalajes alguna sustancia incompatible con la que se encuentre contenida en el interior de estos y que sea susceptible de crear o aumentar un riesgo.
» Todo envase y embalaje vacío que haya contenido algún material peligroso o sus remanentes debe ser considerado también peligroso.

4.1.2 Acondicionamiento de la carga

Al respecto, se deberá considerar lo siguiente:

» Antes de iniciar la carga, verificar las condiciones de la unidad.
» El material deberá ser cargado, distribuido y sujeto de tal manera que no ocasione daño por efectos de la vibración.
» Los embarques que no estén conforme a lo previsto en las normas correspondientes no deberán ser aceptados para su traslado.

Regreso a contenido

4.1.3 Documentación

Para el transporte de materiales peligrosos, el transportista y el expedidor de la carga deberán tener las autorizaciones correspondientes que en el ámbito de su competencia emitan la SCT y demás dependencias del Ejecutivo Federal, de conformidad con las disposiciones legales aplicables.

El fabricante de materiales peligrosos deberá proporcionar la descripción e información complementaria del producto que se transporte, la que estará a disposición del transportista y las dependencias competentes que la requieran.

En el traslado de materiales peligrosos será obligatorio que en la unidad de transporte se cuente con los siguientes documentos:

I. Documentos de embarque del material peligroso.
II. "Información de emergencia en transportación" que indique las acciones a seguir en caso de suscitarse un accidente, de acuerdo con el material o residuo peligroso de que se trate, la cual deberá apegarse a la norma que expida la Secretaría y colocarse en un lugar visible de la cabina de la unidad, de preferencia en una carpeta-portafolios que contenga los demás documentos.
III. Documento que avale la inspección técnica de la unidad.
IV. Manifiesto de entrega, transporte y recepción para el caso de transporte de materiales peligrosos, expedido por la SCT.
V. Autorización respectiva para el caso de importación y exportación de materiales peligrosos.
VI. "Manifiesto para Casos de Derrames de Materiales Peligrosos por Accidente": Cuando por cualquier evento se produzcan derrames, infiltraciones, descargas o vertidos de materiales peligrosas, se deberá dar aviso de inmediato de los hechos a la SCT, y presentar a más tardar 78 horas despiués el manifiesto a que se refiere esta fracción.
VII. Los demás que se establezcan en las normas. Será obligatorio además de lo anterior, que en la unidad de autotransporte se cuente con los siguientes documentos:
    1. Licencia federal de conducir específica para el transporte de materiales peligrosos;
    2. Bitácora del operador relativa a la inspección ocular diaria de la unidad;
    3. Bitácora del operador relativa a la inspección ocular diaria de la unidad;
    4. Póliza de seguro individual o conjunto del autotransportista y del expedidor del material peligroso; y

5. Documento que acredite la limpieza y control de remanentes de la unidad, cuando esta se realice. La limpieza solo será obligatoria por razones de incompatibilidad de los productos que se transporten.

4.1.4 Obligaciones específicas del expedidor, del transportista y del conductor

Obligaciones específicas del expedidor

- Cerciorarse que los envases y embalajes cumplan con especificaciones de fabricación.
- Identificar envases, embalajes y unidades con etiquetas y carteles.
- Proporcionar información de Emergencia en Transportación y Documento de Embarque.
- Indicar el equipo de seguridad.
- No efectuar el envío de materiales peligrosos que no cumplan con las especificaciones.
- Contar con las autorizaciones y documentación correspondientes.
- Proporcionar al destinatario datos relativos al embarque.

Obligaciones específicas del transportista

- Aceptar embarques que cumplan con normatividad.
- No aceptar envases y embalajes fracturados.
- Proteger la carga de condiciones ambientales.
- Revisar que la unidad no cuente con elementos que deterioren la carga.
- Contar con unidades adecuadas.
- Colocar razón social, dirección y teléfono de la empresa y los teléfonos del Sistema Nacional de Emergencias.
- Encomendar los embarques solo a conductores que posean licencia federal de conductor específica Tipo “E”.
- Proporcionar capacitación y actualización de conocimientos a sus conductores.

Obligaciones específicas del conductor

- Contar con licencia federal específica Tipo “E”.
- Aprobar cursos de capacitación y actualización.

Regreso a contenido

- Efectuar inspección ocular diaria de la unidad.
- Realizar las indicaciones de seguridad de la Información de Emergencia en Trasportación.
- Colocar en una carpeta en un lugar visible los documentos requeridos para el embarque.

4.1.5 Prohibiciones

Queda prohibido transportar en unidades que hayan sido autorizadas para transportar materiales peligrosos: alimentos, animales, personas y residuos sólidos municipales. Algunos ejemplos se muestran en la figura 4.1.



Figura 4.1. Ejemplo de prohibiciones. Fuente: SCT, 2018

4.1.6 Tránsito en vías de jurisdicción federal

Ninguna unidad que traslade materiales peligrosos deberá transportar personas no relacionadas con las operaciones de la unidad.

No deberá abrirse ningún envase y embalaje, recipiente intermedio para granel, contenedor, contenedor cisterna, autotanque o unidad de arrastre entre los puntos de origen y destino excepto en casos en que se presuma un riesgo, para lo cual se deberá actuar de acuerdo con lo previsto en la “Hoja de Datos de Seguridad”.

Los operadores de vehículos se abstendrán de realizar paradas no justificadas, que no estén contempladas en la operación del servicio, así como circular por áreas centrales de ciudades y poblados.

4.1.7 Identificación de vehículos

Para identificar a distancia el riesgo potencial asociado al material peligroso transportado se emplea la NOM-004.SCT/2008 "Sistema de identificación de unidades destinadas al transporte de materiales y residuos peligrosos", que establece la forma de comunicación gráfica visual mediante carteles que contienen símbolos, números, letras o textos, como se muestra en la figura 4.2.



Figura 4.2. Identificación de un vehículo transportista de MP
Fuente: Etiquetas ADR, 2018

Características y especificaciones de las unidades de transporte. Los autotanques, unidades de arrastre, recipientes intermedios para granel (RIG), cisternas y para gases comprimidos, deberán:

NOM-057-SCT2/2003, Requerimientos generales para el diseño y construcción de autotanques destinados al transporte de gases comprimidos

» Construirse de conformidad con las normas oficiales mexicanas, según corresponda:
  - NOM-020-SCT2-1995, NOM-057-SCT2-2003 (Autotanque).
  - NOM-030-SCT2/2009, NOM-032-SCT2-2009 y NOM-046-SCT2/2010 (Cisternas).
  - NOM-029-SCT2-2011 (Recipientes intermedios para graneles, RIG).

» Contar con aditamentos de emergencia y dispositivos de protección a fin de brindar seguridad.

» Conservar el informe de los resultados de las pruebas a que hayan sido sometidos.

Regreso a contenido

Regreso a contenido

Placa técnica. Para la identificación de camiones, unidades de arrastre, cisternas y recipientes intermedios para granel (RIG), destinados al transporte de materiales peligrosos, tendrán una placa de metal, inoxidable permanentemente fija en un lugar de fácil acceso para inspección, como se muestra en la figura 4.4.

HECHO EN MÉXICO — FABRICANTE CERTIFICADO

NUM. IDENTIFICACION (NIV):	00000000000000000	-MUESTRA-	MODELO:	TI3-4040					
CODIGO S.C.T. (D.O.T.MC):	307	LONGITUD:	12.141	Mts	478	Plg.	TEM. MAX. NOMINAL	80	°C
PRESION DISEÑO (M.A.W.P.):	1.76	kg/cm²	25	PSIG	PRESION DE PRUEBA:	kg/cm²	PSIG		
MAX. PRESION DE DESCARGA	1.05	kg/cm²	15	PSIG	PRESION DEL SERPENTIN	kg/cm²	PSIG		
FLUJO MAX. DE CARGA	2460 50	LPM	FLUJO MAX. DE DESCARGA	2460.50	LPM				
No. DE COMPARTIMENTOS:	UNO	CAPACIDAD VOLUMETRICA	40 000	Lts.	10568.00	GAL			
CAP. VOLUMETRICA POR COMPART. (FRENTE-ATRAS):	Lts.								
MATERIAL SOLDADURA	A. INOX. ER-316L	REVESTIMIENTO INTERIOR:	SIN						
MATERIAL CUERPO	A. INOX. SA240 T-304	CALIBRE ORIGINAL	3.416	mm	MARGEN CORROSION	0	mm		
MATERIAL TAPAS	A. INOX. SA240 T-304	CALIBRE ORIGINAL	3.416	mm	MARGEN CORROSION	0	mm		
FECHA MANUFACTURA	03/2001	FECHA DE PRUEBA	03/2001	FECHA CERTIFICACION					
SUSPENSION	NEUMATICA	No. DE EJES	TRES	CARGA MAX. PERMITIDA	S/S.C.T.	Kgs			

Figura 4.3. Placa técnica. Fuente: Construmática, 2018

4.1.8 Condiciones de seguridad

Las unidades deberán:

- » Someterse a inspecciones periódicas técnicas o unidades de verificación acreditadas y aprobadas.
- » En las inspecciones de operación, se supervisarán las condiciones mecánicas y de mantenimiento de la unidad.
- » Los transportistas están obligados a llevar controles de mantenimiento preventivo y correctivo y un registro de los materiales transportados.

4.2 TRANSPORTE FERROVIARIO

La empresa ferroviaria por cuestiones de seguridad deberá establecer rutas troncales para el tránsito de trenes que transporten materiales peligrosos, como son:

- » No se deberá exceder el peso máximo permitido por el riel, siendo necesario que las unidades sean pesadas desde su origen.
- » Los trenes que transporten materiales peligrosos deberán llevar a bordo y en forma permanente un supervisor de la empresa ferroviaria que verifique el cumplimiento de la reglamentación aplicable.

- Los trenes que transporten materiales peligrosos permanecerán el menor tiempo posible en estaciones.
- No se deberán transportar o remolcar unidades que transporten materiales peligrosos en trenes asignados para servicio de pasajeros, así como en los de servicio mixto.
- Los trenes que transporten materiales peligrosos deberán contar con el equipo de protección y accesorios de seguridad necesarios para garantizar la seguridad en su tránsito sobre vías troncales, de acuerdo con lo establecido en la normatividad aplicable.

4.3 TRANSPORTE MARÍTIMO

El transporte de materiales peligrosos por vía marítima está regulado por el Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas (IMDG, siglas en inglés de International Maritime Dangerous Goods). En dicho código se estipula el tipo de estiba, incompatibilidades, segregaciones, etc. Adoptado en 1965 en Naciones Unidades, el IMDG está sujeto a revisiones y actualizaciones periódicas. La última versión (IMDG 38-6) entró en vigor el 1 de enero de 2018 y sirve de referencia a fin de conocer las regulaciones actuales y adaptarse en el caso de infracción o incumplimiento.

Para los fines del Código IMDG, los materiales peligrosos se encuentran agrupados en diferentes clases, y a su vez algunas de estas se subdividen para definir y describir las características y propiedades de los materiales y artículos que corresponden a cada clase o división.

También se encuentran disposiciones generales para cada clase o división, y los materiales peligrosos se integran en un listado que incluye, asimismo, sus requisitos específicos.

La clasificación y asignación de los materiales peligrosos a una de las nueve clases deberá ser realizada por el embarcador o consignatario de estas, o por la autoridad competente de cada país, cuando así lo especifique el Código IMDG. Dichas clases y divisiones son las siguientes (el orden numérico de las clases y divisiones no implica su grado de riesgo):

- Clase 1: Explosivos.
- Clase 2: Gases comprimidos, licuados y/o disueltos bajo presión.

» Clase 3: Líquidos inflamables.
» Clase 4: Sólidos inflamables.
» Clase 5: Sustancias oxidantes y peroxidantes.
» Clase 6: Venenos o sustancias tóxicas y sustancias infecciosas.
» Clase 7: Sustancias radioactivas.
» Clase 8: Sustancias corrosivas.
» Clase 9: Sustancias peligrosas diversas (que no se pueden incluir en las otras ocho).

El Código IMDG está estructurado de la siguiente forma:

1. **Volumen 1:**
   - Disposiciones generales, definiciones y capacitación.
   - Clasificación de las mercancías peligrosas.
   - Disposiciones relativas al embalaje/envasado y a las cisternas.
   - Procedimientos relativos a las remesas.
   - Construcción y ensayo de embalaje/envases, recipientes intermedios para graneles, embalajes/envases de gran tamaño, cisternas portátiles, contenedores de gas de elementos múltiples y vehículos cisternas para el transporte por carretera.
   - Disposiciones relativas a las operaciones de transporte.

2. **Volumen 2:**
   - Lista de mercancías peligrosas y excepciones relativas a las cantidades limitadas.
   - Apéndice A: Lista de nombres de expedición genéricos y de designaciones correspondientes a grupos de sustancia y objetos no especificados en otra parte.
   - Apéndice B: Lista de definiciones.
   - Índice.

3. **Suplemento:**
   - Procedimientos de intervención de emergencia para buques que transportan mercancías peligrosas.
   - Guía de primeros auxilios para uso en casos de accidentes relacionados con mercancías peligrosas.
   - Procedimientos de notificación.
   - Directivas sobre la arrumazón de la carga en unidades de transporte.
   - Recomendaciones sobre la utilización sin riesgos de plaguicidas en los buques.

- Recomendaciones sobre la utilización sin riesgos de plaguicidas en los buques aplicables a la fumigación de las bodegas de carga.
- Recomendaciones sobre la utilización sin riesgos de plaguicidas en los buques aplicables a la fumigación de las unidades de transporte.
- Código Internacional para la seguridad del transporte de combustible nuclear irradiado, plutonio y desechos de alta actividad en bultos a bordo de los buques (Código CNI).
- Apéndice: Resoluciones y circulares mencionados en el Código IMDG y el suplemento.

4.3.1 Transporte marítimo: etiquetas

Los bultos que contienen materiales peligrosos enviados por mar, excepto en casos especiales, deben contener una serie de información claramente identificable mediante etiquetas de peligro que sea claras y legibles, así como resistentes a un período de inmersión en agua de mar de tres meses. Específicamente, se requiere lo siguiente:

» El número ONU: código de cuatro dígitos precedido por las iniciales ONU, que identifica única y universalmente cualquier material peligroso.
» El Proper Shipping Name (PSN): denominación oficial del transporte.
» La etiqueta con forma cuadrada apoyada sobre uno de sus vértices (al menos 10 cm de lado para bultos) que muestra la clase de peligro de acuerdo con la naturaleza del material.
» Cualquier otra etiqueta en caso de que haya peligros secundarios, además de la clase principal.
» Flechas de orientación, necesarias en caso de transporte de líquidos, que indican en qué dirección se debe posicionar el embalaje.
» La marca del contaminante marino: si hay un producto contaminante marino, es necesario colocar una marca cuadrada específica (también al menos 10 cm de lado) que contenga los símbolos de un árbol y un pez.

4.3.2 Recubrimiento de contenedores

El requisito de etiquetado no solo se aplica a paquetes individuales, sino también a las unidades con las que se transportan, como los contenedores. En cuanto a estos, el Código IMDG establece que las placas correspondientes al riesgo de los

bienes que están dentro de los contenedores deben fijarse en las paredes externas de los mismos. (como se muestra en la figura 4.5). Sin embargo, cambian las dimensiones (25 cm × 25 cm) y deben fijarse en los cuatro lados del contenedor.

Si dentro del contenedor hay paquetes que contienen sustancias peligrosas con el mismo número ONU y su peso excede los 4 000 kg, entonces será necesario también informar del número ONU.



Figura 4.4. Ejemplo de etiquetado en contenedores
Fuente: Etiquetas ADR, 2018

El Reglamento IMDG sobre el transporte de materiales peligrosos por mar también regula el embalaje en detalle y estipula que solo se pueden utilizar envases aprobados y solo en la forma en que se indique específicamente.

Los contenedores aprobados para el transporte de materiales peligrosos son aquellos que han pasado una serie de pruebas técnicas y son reconocibles por la presencia de una marca externa de la ONU, es decir, un código de identificación alfanumérico.

Estos son algunos de los posibles tipos de envases:

» Bidones de acero o de plástico (figura 4.6)
» Sacos (figura 4.7)
» Gran recipiente para transporte a granel, IBC (figura 4.8)
» Gran embalaje, LP (figura 4.9)

Regreso a contenido



Figura 4.5. Bidones de acero o de plástico Fuente: DENIOS Medio Ambiente & Seguridad, 2019
Productos químicos y medioambiente.com, 2018



Figura 4.6. Sacos. Fuente: StorsackJianfeng, 2018



Figura 4.7. Gran recipiente para transporte a granel (IBC) Fuente: Pusama, 2018



Figura 4.8. Gran embalaje (LP). Fuente: Controlpack, 2018

Una última regla que proviene del Código IMDG se refiere al llamado estado de segregación. ¿Qué significa? Una vez empaquetados, los productos se almacenan a bordo del barco de acuerdo con las normas que rigen la correcta colocación de los bultos, según el tipo de materiales peligrosos que contienen.

Lo que se necesita saber es que hay sustancias peligrosas que son incompatibles entre sí. En este caso, es obligatorio tomar medidas de segregación por razones de seguridad: los bienes "incompatibles" no pueden colocarse en el mismo embalaje, sino que deben tener una distancia variable según la gravedad del peligro debido a la clase a la que pertenecen. El nivel de separación requerido puede variar según la gravedad del peligro: en algunas circunstancias es suficiente colocar mamparos (figura 4.10) como elementos de separación entre los productos.



Figura 4.9. Mamparo. Fuente: Nautiluskayaks, 2018

4.4. TRANSPORTE AÉREO

4.4.1 Requerimientos para el transporte aéreo de materiales peligrosos

El transporte aéreo de materiales peligrosos es, generalmente, multimodal. Es decir, se utilizan tres medios de transporte diferentes: el terrestre, el marítimo y el aéreo.

Dentro del aéreo, los requerimientos son más restrictivos:

- » Solo se permite el transporte en bultos.
- » Tiene mayores restricciones de embalaje.
- » Las cantidades máximas autorizadas por bulto son menores.

4.4.2 Responsabilidades de las dos partes: expedidor y operador

En todo proceso de transporte de mercancías actúan diferentes operadores, cada cual con sus propias responsabilidades de seguridad. En el caso del transporte aéreo de mercancías peligrosas, los dos más importantes son el expedidor y el operador.

1. El expedidor tiene las siguientes responsabilidades:

» Asegurarse de que se cumplan todos los requisitos aplicables al transporte aéreo.
» Informar a sus empleados, así como capacitarlos adecuadamente.
» Asegurarse de que los artículos o sustancias no estén prohibidos para el transporte por vía aérea.
» Identificar, clasificar, embalar, marcar, etiquetar y documentar adecuadamente los envíos.
» Cumplir con las regulaciones aplicables establecidas por los Estados de origen, tránsito y destino.

2. El operador tiene las siguientes responsabilidades:

» Realizar la aceptación, almacenamiento, carga y estiba.
» Inspeccionar posibles pérdidas o averías.
» Suministrar información.
» Elaborar informes.
» Notificar de incidentes/accidentes.
» Conservar documentos.
» Proporcionar una adecuada formación a todos sus empleados.

4.4.3 Regulación de los materiales peligrosos: IATA

Las instrucciones técnicas generadas por la Organización de Aviación Civil Internacional (IATA, por sus siglas en inglés) normalizan el transporte aéreo de mercancías peligrosas a nivel mundial. El principal objetivo es garantizar un tráfico aéreo internacional seguro y ordenado.

A continuación, se mencionan brevemente las normas y reglamentos que regulan el transporte aéreo de materiales peligrosos.

Regreso a contenido

Normas internacionales. Las disposiciones del Anexo 18 de la IATA, así como las Instrucciones técnicas para el transporte sin riesgos de mercancías peligrosas por vía aérea. Los diferentes Estados incorporan las disposiciones de las Instrucciones Técnicas a sus legislaciones nacionales y, en algunos casos, también imponen restricciones a mayores: variaciones de los estados.

Las variaciones de los estados siempre son más restrictivas. Estas se aplican al transporte de materiales peligrosos por vía aérea desde, hacia o a través del territorio bajo la soberanía del Estado notificante a todos los operadores y fuera de su territorio a todos los operadores del Estado.

Normativa europea. Reglamento UE No. 965/2012. Esta normativa establece que el transporte de materiales peligrosos por vía aérea debe ejecutarse de conformidad con el Anexo 18 de la IATA y con sus instrucciones técnicas.

Reglamentación de IATA sobre mercancía peligrosa. Normalmente usada por la industria del transporte aéreo en todas las operaciones relacionadas con el transporte aéreo de materiales peligrosos (cumple las normas legales establecidas en las Instrucciones Técnicas de la IATA) y contiene algunas diferencias basadas en consideraciones operacionales, más restrictivas que las de IATA (incluye procedimientos y formularios que están destinados a facilitar el intercambio entre las compañías aéreas).

El objetivo de toda esta normativa y reglamentación no es otro que el de enviar sin riesgo todo aquel material peligroso permitido. De esta forma, se trata de prevenir el transporte ilegal, mediante un sistema de normas que determinan la responsabilidad de todos los involucrados y que obligan a que se formen adecuadamente para el bien común.



Figura 4.10. Transporte de materiales peligrosos de forma aérea. Fuente: Sintec, 2018

Referencias bibliográficas

American Society of Safety Professionals (2018). Seguridad profesional. Consultado el 03/12/2018 en http://www.asse.org/assets/1/7/HAZMATS-BrochureSPANISHVERSIONFINAL4192010.pdf

Castañeda, Jorge (2018). Los 10 peores accidentes del mundo. Agencia Digital de Noticias Sureste. Consultado el 03/12/2018 en: http://adnsureste.info/los-10-peores-accidentes-quimicos-del-mundo-jorge-castaneda/

Centro Nacional de Prevención de Desastres (2018). Universidad Nacional Autónoma de México, CENAPRED. Consultado el 03/12/2018 en http://www.cenapred.unam.mx/

DENIOS Medio Ambiente & Seguridad (2019). Los materiales peligrosos se han de almacenar correctamente. Consultado el 07/01/2019 en https://productosquimicosymedioambiente.com/los-materiales-peligrosos-se-han-de-almacenar-correctamente/

El Portal del Transporte Mexicano (2019). Transporte de materiales peligrosos por vía marítima. Consultado el 10/01/2019 en http://www.transporte.mx/transporte-de-materiales-peligrosos-por-via-maritima/

Etiquetas ADR (2018). Transporte marítimo de mercancías peligrosos. Consultado el 10/01/2019 en https://www.etiquetasadr.es/blog/transporte-maritimo-de-mercancias-peligrosas/

Franco Miranda, Francisco y Zamalloa Robles Angélica (julio, 2013). Prevención de riesgos laborales, en GOF CEPRIT. Recuperado de http://www.essalud.gob.pe/downloads/ceprit/BoletinCPR03_.pdf

García Villanueva, Luis Antonio (marzo, 2007). Propuesta de una metodología para la prevención de accidentes químicos en el almacenamiento de materiales peligrosos. Consultado el 03/12/2018 en http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/1947/garciavillanueva.pdf?sequence=1

IMF (2019). Transportes aéreos de mercancías peligrosas: legislación y normas. Consultado el 10/01/2019 en https://blogs.imf-formacion.com/blog/logistica/transportes/transporte-aereo-mercancias-peligrosas-normas/

Mar & Gerencia (2018). Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas. Consultado el 10/01/2019 en https://marygerencia.com/2010/08/12/codigo-maritimo-internacional-de-mercancias-peligrosas-imdg/

Oyarzun Ojeda, Mabel y Cortés Jara Iván (2003). Manual de almacenamiento de sustancias químicas peligrosas. Consultado el 10/01/2019 en http://asiquim.com/asiquim2/documentos/Manual_almacenamiento_sust_peligrosas.pdf

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (1993). Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos. Consultado el 10/01/2019 en
http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGAF/DGA_Normas/Materiales_peligrosos/1._REGLAMENTO_PARA_EL_TRANSPORTE_TERRESTRE_DE_MATPEL.PDF

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (1993). Reglamentos para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos. Consultado el 10/01/2019 en
http://www.sct.gob.mx/fileadmin/_migrated/content_uploads/7_Reglamento_para_el_Transporte_Terrestre_de_Materiales_y_Residuos_Peligrosos.pdf

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (2006). Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, que Establece las Características, el Procedimiento de Identificación, Clasificación y los Listados de los Residuos Peligrosos. Consultado el 17/12/2018 en
http://www.inb.unam.mx/stecnica/nom052_semarnat.pdf

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (2008). Guía de respuesta en caso de emergencia. Departamento de Transportes. Consultado el 10/12/2018 en
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/278109/guiaderespuestaencasodeemergencia2008.pdf

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (2009). Disposiciones de Compatibilidad y Segregación para el Almacenamiento y Transporte de Substancias, Materiales y Residuos Peligrosos. Norma Oficial Mexicana NOM-010-SCT2/2009, Consultado el 03/12/2018 en
http://www.sct.gob.mx/JURE/doc/nom-010-sct2-2009.pdf

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (2009). Norma Oficial Mexicana NOM-010-SCT2/2009, "Disposiciones de Compatibilidad y Segregación para el Almacenamiento y Transporte de Substancias, Materiales y Residuos Peligrosos". Consultado el 10/01/2019 en
http://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5107654

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (2014). Marco Normativo para el Transporte Terrestre de Materiales Peligrosos. Consultado el 10/01/2018 en http://slideplayer.es/slide/3394149/

Secretaría de Gobernación (2016). Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005. Consultado el 10/12/2018 en http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4912592&fecha=23/06/2006

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2015). Trámite SEMARNAT-07-013. Consultado el 03/12/2018 en https://www.gob.mx/semarnat/documentos/tramite-semarnat-07-013

Servicios de Transportes (2019). Transportes aéreos de mercancías peligrosas. Consultado el 10/01/2019 en http://www.sertrans.es/mercancias-peligrosas/transporte-aereo-de-mercancias-peligrosas/

United States Environmental Protection Agency (enero, 2017). CAMEO (Gestión asistida por ordenador de operaciones de emergencia). Consultado el 03/12/2018 en https://www.epa.gov/cameo

Universidad de la Rioja (2006). Almacenamiento seguro de productos químicos. Consultado el 10/01/2019 en https://www.unirioja.es/servicios/sprl/pdf/almacenamiento_pq.pdf



Apuntes de materiales peligrosos, se publicó el 8 de enero de 2020
en la plataforma oficial de la Unidad de Apoyo Editorial (UDAE)
de la Facultad de Ingeniería, Ciudad Universitaria,
México, Ciudad de México. C.P. 04510

Las familias tipográficas utilizadas son Chivo y Minion Pro
para texto, con sus respectivas variantes.

La gestión y manejo de residuos ha tomado relevancia cada vez mayor en el mundo en años recientes, en virtud de que la producción de residuos es genérica de los procesos industriales, de la provisión de servicios, así como de la sociedad que los consume, lo cual ha ocasionado una carga de desechos sólidos sobre el planeta.

Las fábricas, industrias o plantas almacenan o procesan químicos y materiales peligrosos que pueden llegar a ser dañinos para el medio ambiente, la salud y la población. La falta de medidas preventivas, protección civil, negligencia y corrupción han dado lugar a diversos desastres.

Ante la amenaza que representa la generación y disposición inadecuada de un volumen cada vez mayor de residuos, es necesario conocer cuáles son los materiales involucrados, analizar la gravedad de la situación y determinar las medidas de seguridad y precauciones máximas que se deben tomar para prevenir cualquier efecto indeseable en el personal de emergencia o en cualquier otra persona en el área.

Las actividades que se requieren para controlar una emergencia con materiales peligrosos se basan en la identificación de los materiales o sustancias peligrosas involucradas. Por ello, la facilidad y rapidez para hacerlo varía considerablemente a diferencia de que no se tenga ningún sistema de identificación. Por ello, es importante la revisión y actualización permanente de las políticas y la legislación en la materia para afinar los instrumentos de gestión y manejo de residuos.

En el contenido de estos apuntes, el lector encontrará explicaciones claras sobre el manejo integral de los materiales peligrosos, así como la descripción de las normas oficiales que establecen los procedimientos necesarios para su identificación, evaluación, almacenamiento y transporte.



DIVISIÓN DE INGENIERÍAS CIVIL Y GEOMÁTICA

